·论著·

健康教练技术联合可穿戴设备对2型糖尿病患者糖脂代谢及自我管理行为的影响研究

高媛[1，2]，周敏[1*]，秦满粉[1，2]，许玄[1]，杨丽萍[1]，付亚红[1]，黄莹[1]，王薇[1]

1.330000 江西省南昌市，南昌大学第二附属医院护理部
2.330000 江西省南昌市，南昌大学护理学院
*通信作者：周敏，副主任护师；E-mail：zhoumin20220516@163.com

【摘要】 **背景** 2型糖尿病（T2DM）已成为当前全球面临的公共卫生负担，随着互联网和数字技术的迅猛发展，智慧服务模式在T2DM患者管理中发挥重要作用。**目的** 探讨可穿戴设备联合健康教练技术在T2DM患者中的应用效果。**方法** 选取2020年6月—2021年6月在南昌大学第二附属医院住院的315例T2DM患者为研究对象，依据随机数字表法将患者分为对照组、干预A组和干预B组，对照组实施基于毛细血管血糖监测的常规管理措施；干预A组采用可穿戴设备进行常规管理；干预B组采用可穿戴设备联合健康教练技术进行管理。比较三组干预前及干预后3、6、9、12个月时的血糖、血脂控制状况及自我管理行为上的差异。**结果** 研究实施期间共失访15例，最终纳入分析的研究对象共300例，三组各100例。三组在餐后2小时血糖（2 hPG）、糖化血红蛋白（HbA_{1c}）、低血糖发生次数、高密度脂蛋白胆固醇（HDL-C）、2型糖尿病自我管理行为（2-DSCS）和糖尿病患者自我管理行为（SDSCA）评分上干预方法与时间存在交互作用（$P<0.05$）。干预方法对低血糖发生例数、总胆固醇（TC）、HDL-C、2-DSCS和SDSCA评分主效应显著（$P<0.05$）。除低血糖发生次数之外，时间在各项指标上的主效应显著（$P<0.05$）。各组干预后3、6、9、12个月时的HbA_{1c}、空腹血糖（FBG）、2 hPG、TC水平低于同组干预前，2-DSCS评分及SDSCA评分高于同组干预前（$P<0.05$）。干预3个月后：干预B组低血糖发生次数低于干预A组和对照组；干预B组HDL-C水平、SDSCA评分高于对照组（$P<0.05$）。干预6个月后：干预B组2 hPG、TC水平低于对照组；干预A组和干预B组的HDL-C水平、2-DSCS评分、SDSCA评分高于对照组；干预B组SDSCA评分高于干预A组（$P<0.05$）。干预9个月后：干预B组FBG、2 hPG、TC水平低于对照组；干预B组FBG、2 hPG水平低于干预A组；干预B组HDL-C水平、2-DSCS评分、SDSCA评分高于对照组；干预B组2-DSCS评分、SDSCA评分高于干预A组（$P<0.05$）。干预12个月后：干预B组FBG、2 hPG、HbA_{1c}、TC、LDL-C水平低于对照组；干预B组FBG、2 hPG、HbA_{1c}水平低于干预A组；干预B组的HDL-C水平、2-DSCS评分、SDSCA评分高于对照组和干预A组（$P<0.05$）。**结论** 可穿戴设备联合健康教练技术在改善T2DM患者糖脂综合控制状况、提高其自我管理能力具有短期及长期效果。

【关键词】 糖尿病，2型；可穿戴设备；动态血糖监测；健康教练技术；血糖控制；治疗结果

【中图分类号】 R 587.1　【文献标识码】 A　DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0631

Effects of Health Coaching Combined with Wearable Devices on Glucose and Lipid Metabolism and Self-management Behavior in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus

GAO Yuan[1，2]，ZHOU Min[1]，QIN Manfen[1，2]，XU Xuan[1]，YANG Liping[1]，FU Yahong[1]，HUANG Ying[1]，WANG Wei[1]*

1.Nursing Department，the Second Affiliated Hospital of Nanchang University，Nanchang 330000，China

2.School of Nursing，Nanchang University，Nanchang 330000，China

**Corresponding author：ZHOU Min，Co-chief superintendent nurse；E-mail：zhoumin20220516@163.com*

【Abstract】 **Background** Type 2 diabetes mellitus（T2DM） has become a public health burden facing the whole world，with the rapid development of Internet and digital technology，intelligent service model plays an important role in the

基金项目：江西省科学技术厅重点研发计划项目（20202BBGL73075）

引用本文：高媛，周敏，秦满粉，等. 健康教练技术联合可穿戴设备对2型糖尿病患者糖脂代谢及自我管理行为的影响研究［J］. 中国全科医学，2023.［Epub ahead of print］. DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0631.［www.chinagp.net］

GAO Y，ZHOU M，QIN M F，et al. Effects of health coaching combined with wearable devices on glucose and lipid metabolism and self-management behavior in patients with type 2 diabetes mellitus［J］. Chinese General Practice，2023.［Epub ahead of print］.

management of patients with T2DM. **Objective** To explore the effectiveness of wearable devices combined with health coaching in patients with T2DM. **Methods** A total of 315 patients with T2DM who were hospitalized in the Second Affiliated Hospital of Nanchang University from June 2020 to June 2021 were selected as the study subjects, and divided into the control group, the intervention A group and the intervention B group based on the method of randomized numerical table, the control group implemented the routine management measures based on capillary blood glucose monitoring, the intervention A group adopted the wearable devices for routine management, the intervention B group was managed by wearable devices combined with health coaching. The differences in glycemic and lipid control status and self-management behaviors among the three groups before and 3, 6, 9 and 12 months after intervention were compared. **Results** A total of 15 lost visits were made during the implementation of the study, and 300 study subjects were finally included in the analysis, with 100 in each of the three groups. There was an interaction between intervention method and time in the three groups on 2-hour postprandial blood glucose (2 hPG), glycated hemoglobin (HbA_{1c}), number of hypoglycemic episodes, low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C), self-management behaviors of diabetes mellitus (2-DSCS), and self-management behaviors of diabetic patients (SDSCA) scores ($P<0.05$). There was a significant main effect of intervention method on the number of hypoglycemic episodes, total cholesterol (TC), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C), 2-DSCS and DSCS scores ($P<0.05$). The main effect of time was significant on all indicators except the number of hypoglycemic episodes ($P<0.05$). The levels of HbA_{1c}, FBG, 2 hPG, TC at 3, 6, 9, and 12 months after the intervention in each group were lower than those before the intervention in the same group, and the level of 2-DSCS and DSCS scores of T2DM patients were higher than those before the intervention in the same group. After 3 months of intervention, the number of hypoglycemic episodes were lower in the intervention B group than in the intervention A group and control group ($P<0.05$); after 6 months of intervention, the 2hPG level and the TC level in the intervention B group were lower than those in the control group ($P<0.05$), HDL-C level, 2-DSCS score, SDSCA score in the intervention A and intervention B groups were higher than the control group ($P<0.05$), SDSCA score in the intervention B group was higher than the intervention A group ($P<0.05$); after 9 months of intervention, FBG level, 2hPG level, and TC level in the intervention B group were lower than those in the control group ($P<0.05$), FBG level and 2hPG level in intervention B group were lower than those in intervention A group, HDL-C level, 2-DSCS score, and SDSCA score in the intervention B group were higher than those in the control group ($P<0.05$), 2-DSCS score and SDSCA score in the intervention B group were higher than those of the intervention A group ($P<0.05$); after 12 months of intervention, FBG level, 2hPG level, HbA_{1c} level, TC level, LDL-C level in the intervention B group were lower than those in the control group ($P<0.05$), FBG level, 2hPG level, HbA_{1c} level in the intervention B group were lower than those in the intervention A group, HDL-C level, 2-DSCS score, and SDSCA score in the intervention B group were higher than those in the control and intervention groups ($P<0.05$). **Conclusion** Wearable devices combined with health coaching has short-term and long-term effects in improving the comprehensive control of glucose and lipids, as well as improving self-management ability of them in patients with T2DM.

【Key words】 Diabetes mellitus, type 2; Wearable devices; Continuous glucose monitoring; Health coaching; Glucose control; Treatment outcome

目前中国糖尿病患病人数高达 1.64 亿，近 10.8 亿成年人中有超过 1.4 亿例 2 型糖尿病（T2DM）患者[1]。血糖控制不佳及高血糖变异性均会增加糖尿病微血管病变和大血管并发症的发病风险，导致患者经济负担加重，严重影响其生活质量[2-3]。目前的动态血糖监测（CGM）作为可穿戴设备中的一员，借助其监测组织间液葡萄糖的特点与动态葡萄糖图谱联合可定性、定量地反映患者的血糖变异程度与波动幅度，在减轻患者疼痛及促进临床工作的便利性方面发挥重要作用[4-5]。健康教练技术是指以教练－患者关系为背景[6]，实施包括联络、观察、强化、澄清、援助、鼓励、教育、引导在内的 8 个基本步骤[7]，增强患者自我监控行为，激励自我发现或主动学习以共同实现个体化目标[8]。目前健康教练技术已被广泛应用于超重和肥胖患者的体质量管理[9]、癌症患者的运动康复[10]以及农村退伍军人的远程健康指导[11]中，均已取得积极效果。将 CGM 融入到健康教练技术中用以驱动知识认知和行为改变的过程，创造可持续的行为改变及自我管理能力提供巨大潜在优势，而鲜有研究评估健康教练技术与 CGM 相结合是否能改善 T2DM 患者的临床结局。因此，本研究旨在评估 CGM 联合健康教练技术在改善 T2DM 患者的血糖、血脂指标以及改善自我管理能力等方面的有效性。

1 对象与方法

1.1 研究对象

采用便利抽样选取 2020 年 6 月—2021 年 6 月在南昌大学第二附属医院住院的 T2DM 患者为研究对象。纳入标准：（1）符合 1999 年 WHO 分级标准并明确诊断

为 T2DM 的患者；（2）病程 >1 年；（3）能够熟练使用数字信息工具。排除标准：（1）其他类型的糖尿病；（2）合并严重心脑血管疾病；（3）肾功能异常；（4）患有精神障碍性疾病；（5）妊娠、哺乳或计划妊娠。干预实施前收集患者一般资料，包括性别、年龄、文化程度、病程、婚姻状态、治疗方式、家庭月收入和职业。依据随机数字表法将患者分为对照组、干预 A 组和干预 B 组，对照组实施基于毛细血管血糖监测的常规管理措施；干预 A 组采用可穿戴设备进行常规管理；干预 B 组采用可穿戴设备联合健康教练技术进行管理。本研究已通过南昌大学第二附属医院伦理委员会审查（2nd NCU 2023-04-13）。

1.2 干预措施

1.2.1 对照组措施：使用 CGM 对患者进行≥ 5 次 /d 的毛细血管血糖监测，并由研究人员记录每次的血糖值。

1.2.2 干预组措施：在干预 A 组，由研究干预人员为患者安装 CGM，CGM 每隔 15 min 自动记录 1 次血糖值，研究人员通过使用扫描检测仪扫描佩戴于患者上臂外侧的传感器获取实时的血糖值。

在干预 B 组，同样为患者安装 CGM 进行血糖监测，除此之外，患者还将接受基于健康教练技术的血糖管理。实施健康教练技术的步骤如下所示：（1）联络：由团队成员与糖尿病患者进行交谈，介绍本研究的研究内容与目的，充分了解患者的一般资料和糖尿病认知行为现状，告知患者糖尿病相关的知识和行为与疾病发展密切关联，唤醒糖尿病患者的健康管理意识。（2）观察：通过所收集的患者的详细资料，构建患者的信息档案，分析患者的疾病知识掌握的薄弱环节和不健康的行为方式。建立微信群，要求患者每日上传血糖信息、饮食及运动情况。（3）强化：通过，面对面指导或语音指导的方式强化患者的行为管理，在微信群内向患者推送糖尿病疾病知识、饮食、运动、药物知识等相关信息，鼓励患者确定疾病管理目标和拟定管理计划。（4）澄清：由研究者密切观察患者每日上传的血糖信息、饮食和运动等行为信息，及时发现患者潜在的健康问题，若出现血糖控制距离目标血糖值差距过大、饮食结构不合理、运动行为不达标和未按时遵医嘱服药等情况时，及时通过面对面或线上与患者进行沟通，了解其在进行血糖管理时出现的问题，并提供健康指导。（5）援助：充分利用研究团队成员中内分泌治疗专家、专科护士等团队成员的力量，整合社会资源，为患者提供帮助。若出现糖尿病严重并发症、低血糖等危急情况，患者家属可直接通过电话向健康教练求助。（6）鼓励：及时肯定患者取得的正向行为改变，鼓励患者表达情绪和情感，引导患者感受行为改变和知识提升带来的益处。（7）教育：每周定时开展线上线下结合的糖尿病知识和技能相关宣教，辅助以微信群内糖尿病知识科普视频的推送。此外，积极开展心理健康讲座促进患者的心理健康。（8）引导：制订个体化健康计划，定期联系患者，引导患者意识到只有提高疾病知识、增强行为管理才能血糖控制得更好。

1.3 测量指标

1.3.1 主要结局指标：干预前（T0）、干预后 3 个月（T1）、干预后 6 个月（T2）、干预后 9 个月（T3）、干预后 12 个月时（T4）的空腹血糖（FBG）、餐后 2 h 血糖（2 hPG）、糖化血红蛋白（HbA_{1c}）和低血糖发生例数。

1.3.2 次要结局指标：（1）血脂指标包括总胆固醇（TC）、三酰甘油（TG）、低密度脂蛋白胆固醇（LDL-C）和高密度脂蛋白胆固醇（HDL-C）。（2）2 型糖尿病自我管理行为（2-DSCS）评分，该量表旨在评价患者的自我管理水平，包括饮食、运动、药物、血糖监测、足部护理及处理高血糖 6 个维度，共 26 个条目[12]。评定方法采用 Likert 5 级计分法，赋值 1~5 分，分值由低到高分别代表完全没有做到、很少做到、有时做到、经常做到、完全做到，总量表评分范围在 26~130 分。其量表内容效度为 0.89，信度为 0.80，量表信效度良好。（3）糖尿病患者自我管理行为（SDSCA）评分，由 TOOBERT 等[13]编制的 SDSCA 量表已广泛应用，本研究所使用的中文版量表由万巧琴等[14]汉化而成，主要包括普通饮食、特殊饮食、运动、血糖监测、足部护理和用药共 6 个维度 11 个条目。0~7 代表 1 周之内完成这些条目的天数或平均天数，总分在 0~77 分，总分得分越高，代表其自我管理能力越好。经测得，该量表信度整体 Cronbach's α 系数为 0.62，分维度 Cronbach's α 系数为 0.70~0.89，量表效度为 0.92。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 26.0 统计学软件对数据进行分析。对数据进行正态分布检验，符合正态分布的计量资料采用（$\bar{x} \pm s$）进行描述，否则将采用 M（QR）进行描述，三组组间基线资料的差异性比较采用单因素方差分析，组间多重比较采用 LSD-t 检验；采用多因素重复测量方差分析和带协变量的广义估计方程进行重复测量分析，探讨结果变量的组间差异和时间差异。以 $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基线资料比较

研究实施期间共失访 15 例，最终纳入分析的研究对象共 300 例，三组各 100 例。三组患者性别、年龄、病程、职业、文化程度、治疗方式、婚姻状态、家庭月收入比较，差异无统计学意义（$P>0.05$），见表 1。

2.2 主要结局指标

干预方法与时间对 FBG 不存在交互作用（$P>0.05$），



干预方法对 FBG 主效应不显著（$P>0.05$），时间对 FBG 主效应显著（$P<0.001$）。T3 和 T4 时期，干预 B 组 FBG 水平低于干预 A 组和对照组，差异有统计学意义（$P<0.05$），见表 2。

干预方法与时间对 2 hPG 存在交互作用（$P<0.05$），而干预方法对 2 hPG 主效应不显著（$P>0.05$），时间对 2 hPG 主效应显著（$P<0.001$）。在 T2、T3 和 T4 时干预 B 组 2 hPG 水平低于对照组，T3 和 T4 时干预 B 组 2 hPG 水平低于干预 A 组，差异均有统计学意义（$P<0.05$），见表 2。

干预方法与时间对 HbA_{1c} 存在交互作用（$P<0.05$），而干预方法对 HbA_{1c} 主效应不显著（$P>0.05$），时间对 HbA_{1c} 主效应显著（$P<0.001$）。T3 时干预 B 组的 HbA_{1c} 水平高于干预 A 组，T4 时干预 B 组的 HbA_{1c} 水平低于干预 A 组和对照组，干预 A 组 HbA_{1c} 水平低于对照组，差异均有统计学意义（$P<0.05$），见表 2。

干预方法与时间对低血糖发生次数存在交互作用（$P<0.05$），而干预方法对低血糖发生次数主效应不显著（$P>0.05$），时间对低血糖发生次数主效应不显著（$P>0.05$）。T1 时干预 B 组的低血糖发生次数低于干预 A 组和对照组，T4 时干预 B 组的低血糖发生次数高于对照组，差异均有统计学意义（$P<0.05$），见表 2。

2.3 次要结局指标

2.3.1 血脂指标：干预方法与时间对 TC 不存在交互作用（$P>0.05$），干预方法对 TC 主效应显著（$P<0.05$），时间对 TC 主效应显著（$P<0.001$）。T2 时干预 B 组的 TC 水平低于对照组，T3 和 T4 时干预 A 组和干预 B 组的 TC 水平低于对照组，差异有统计学意义（$P<0.05$），见表 3。

干预方法与时间对 TG 水平不存在交互作用（$P>0.05$），干预方法对 TG 主效应不显著（$P>0.05$），时间对 TG 主效应显著（$P<0.001$），见表 3。

干预方法与时间对 LDL-C 水平不存在交互作用（$P>0.05$），干预方法对 LDL-C 主效应不显著（$P>0.05$），时间对 LDL-C 主效应显著（$P<0.001$）。T4 时干预 B 组的 LDL-C 水平低于对照组，差异有统计学意义（$P<0.05$），见表 3。

干预方法与时间对 HDL-C 水平存在交互作用（$P<0.05$），干预方法对 LDL-C 主效应显著（$P<0.05$），时间对 HDL-C 主效应显著（$P<0.001$）。T1 时干预 B 组 HDL-C 水平高于对照组，T2、T3、T4 时，干预 A 组和干预 B 组的 HDL-C 水平高于对照组，T4 时干预 B

表 1 三组 T2DM 患者一般资料比较
Table 1 Comparison of general information in three groups of T2DM patients

组别	例数	性别[例（%）]男	性别[例（%）]女	年龄（$\bar{x}\pm s$，岁）	病程（$\bar{x}\pm s$，年）	职业[例（%）]工人	农民	企事业单位	退休人员	个体	未从事任何工作
对照组	100	55（55.0）	45（45.0）	55.0 ± 9.5	7.3 ± 5.4	16（16.0）	8（8.0）	16（16.0）	39（39.0）	10（10.0）	11（11.0）
干预 A 组	100	67（67.0）	33（33.0）	52.2 ± 10.2	6.4 ± 5.4	10（10.0）	9（9.0）	24（24.0）	33（33.0）	11（11.0）	13（13.0）
干预 B 组	100	67（67.0）	33（33.0）	52.5 ± 11.4	6.0 ± 4.9	26（26.0）	10（10.0）	22（22.0）	23（23.0）	8（8.0）	11（11.0）
χ^2（F）值		4.110		2.240[a]	1.597[a]	14.276					
P 值		0.128		0.108	0.204	0.161					

组别	文化程度[例（%）]小学	初中	中专	高中	大专	本科	研究生	博士生	治疗方式[例（%）]口服降糖药	胰岛素治疗	口服降糖药+胰岛素治疗
对照组	26（26.0）	23（23.0）	2（2.0）	21（21.0）	14（14.0）	12（12.0）	2（2.0）	0	41（41.0）	24（24.0）	35（35.0）
干预 A 组	21（21.0）	13（13.0）	5（5.0）	21（21.0）	16（16.0）	19（19.0）	4（4.0）	1（1.0）	47（47.0）	24（24.0）	29（29.0）
干预 B 组	22（22.0）	22（22.0）	2（2.0）	18（18.0）	15（15.0）	18（18.0）	3（3.0）	0	46（46.0）	30（30.0）	24（24.0）
χ^2（F）值	10.602								3.454		
P 值	0.717								0.485		

组别	婚姻状态[例（%）]已婚	未婚	离异	丧偶	家庭月收入[例（%）]<2 000 元	2 000~ 元	5 000~ 元	>10 000 元
对照组	91（91.0）	2（2.0）	2（2.0）	5（5.0）	10（10.0）	47（47.0）	35（35.0）	8（8.0）
干预 A 组	89（89.0）	4（4.0）	3（3.0）	4（4.0）	10（10.0）	40（40.0）	37（37.0）	13（13.0）
干预 B 组	93（93.0）	4（4.0）	0	3（3.0）	16（16.0）	44（44.0）	27（27.0）	13（13.0）
χ^2（F）值	4.188				5.732			
P 值	0.651				0.454			

注：[a] 表示 F 值。

组高于干预A组，差异均有统计学意义（$P<0.05$），见表3。

2.3.2 量表评分：干预方法与时间对2-DSCS评分存在交互作用（$P<0.05$），干预方法对2-DSCS评分主效应显著（$P<0.001$），时间对2-DSCS评分主效应显著（$P<0.001$）。T2、T3和T4时干预A组和干预B组的2-DSCS评分高于对照组，T3和T4时干预B组的2-DSCS评分高于干预A组，差异均有统计学意义（$P<0.05$），见表4。

干预方法与时间对SDSCA评分存在交互作用（$P<0.05$），干预方法对SDSCA评分主效应显著（$P<0.001$），时间对SDSCA评分主效应显著（$P<0.001$）。T1和T2时干预A组的SDSCA评分高于对照组，差异有统计学意义（$P<0.05$）。T1、T2、T3和T4时干预B组的SDSCA评分高于对照组，T2、T3和T4时，干预B组的SDSCA评分高于干预A组，差异均有统计学意义（$P<0.05$），见表4。

3 讨论

本研究结果表明，健康教练技术联合CGM的干预效果显著优于对照组和仅使用CGM组，与既往研究结果一致[15]。WADA等[16]在为期24周的多中心随机

表2 三组T2DM患者在T0、T1、T2、T3和T4时FBG、2 hPG、HbA_{1c}和低血糖发生次数的比较

Table 2 Comparison of FBG, 2 hPG, HbA_{1c}, and number of hypoglycemic episodes at T0, T1, T2, T3, and T4 in three groups of patients with T2DM

组别	例数	FBG（$\bar{x}\pm s$，mmol/L）					2 hPG（$\bar{x}\pm s$，mmol/L）				
		T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4
对照组	100	10.56±0.49	8.18±0.31	7.39±0.21	6.99±0.18	6.86±0.18	13.60±0.45	10.73±0.29	9.79±0.24	9.21±0.21	8.90±0.18
干预A组	100	10.57±0.45	7.96±0.29	7.45±0.25	7.14±0.21	6.86±0.17	14.82±0.48	10.43±0.28	9.55±0.25	8.92±0.19	8.67±0.15
干预B组	100	10.40±0.54	7.89±0.24	7.51±0.43	6.36±0.13[ab]	5.99±0.11[ab]	14.18±0.66	10.74±0.35	8.95±0.27[a]	8.11±0.14[ab]	7.47±0.14[ab]
检验统计量值		$F_{交互}$=14.365，$F_{组间}$=1.792，$F_{时间}$=241.733					$F_{交互}$=20.922，$F_{组间}$=3.845，$F_{时间}$=397.933				
P值		$P_{交互}$=0.073，$P_{组间}$=0.408，$P_{时间}$<0.001					$P_{交互}$=0.007，$P_{组间}$=0.146，$P_{时间}$<0.001				

组别	HbA_{1c}（$\bar{x}\pm s$，%）					低血糖发生次数［M（QR），次］				
	T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4
对照组	8.50±0.23	7.31±0.17	7.11±0.14	6.98±0.12	6.89±0.11	0（0）	0（0）	0（0）	0（0）	0（0）
干预A组	9.03±0.23	7.75±0.15	7.15±0.12	6.75±0.90	6.59±0.50[a]	0（0）	0（0）	0（0）	0（0）	0（0）
干预B组	8.89±0.22	7.58±0.20	7.40±0.18	7.24±0.16[b]	6.32±0.10[ab]	0（0）	0（0）[ab]	0（0）	0（0）	0（0）[b]
检验统计量值	$F_{交互}$=68.345，$F_{组间}$=0.452，$F_{时间}$=327.230					$\chi^2_{交互}$=26.400，$\chi^2_{组间}$=1.672，$\chi^2_{时间}$=4.966				
P值	$P_{交互}$<0.001，$P_{组间}$=0.808，$P_{时间}$<0.001					$P_{交互}$=0.001，$P_{组间}$=0.433，$P_{时间}$=0.291				

注：T0=干预前，T1=干预后3个月，T2=干预后6个月，T3=干预后9个月，T4=干预后12个月，FBG=空腹血糖，2 hPG=餐后2 h血糖，HbA_{1c}=糖化血红蛋白；[a]表示与同期对照组相比$P<0.05$，[b]表示与同期干预A组相比$P<0.05$。

表3 三组T2DM患者在T0、T1、T2、T3和T4时TC、TG、LDL-C和HDL-C的比较（$\bar{x}\pm s$，mmol/L）

Table 3 Comparison of TC, TG, LDL-C and HDL-C at T0, T1, T2, T3 and T4 in three groups of patients with T2DM

组别	例数	TC					TG				
		T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4
对照组	100	5.38±0.13	5.15±0.13	5.01±0.13	4.91±0.13	4.78±0.13	2.63±0.31	2.52±0.29	2.44±0.28	2.34±0.26	2.30±0.26
干预A组	100	5.05±0.13	4.93±0.13	4.80±0.13	4.56±0.12[a]	4.41±0.12[a]	2.55±0.29	2.50±0.25	2.96±0.76	2.11±0.19	2.20±0.17
干预B组	100	5.06±0.11	4.89±0.91	4.67±0.88[a]	4.44±0.10[a]	4.28±0.93[a]	2.95±0.73	2.13±0.15	2.16±0.17	1.94±0.14	1.81±0.13
F值		$F_{交互}$=14.802，$F_{组间}$=6.245，$F_{时间}$=176.993					$F_{交互}$=14.654，$F_{组间}$=0.886，$F_{时间}$=23.133				
P值		$P_{交互}$=0.063，$P_{组间}$=0.044，$P_{时间}$<0.001					$P_{交互}$=0.066，$P_{组间}$=0.642，$P_{时间}$<0.001				

组别	LDL-C					HDL-C				
	T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4
对照组	3.12±0.11	2.98±0.11	2.91±0.11	2.83±0.11	2.78±0.11	1.20±0.43	1.22±0.42	1.21±0.39	1.23±0.40	1.25±0.44
干预A组	2.89±0.10	2.90±0.12	2.82±0.12	2.68±0.10	2.58±0.10	1.32±0.50	1.31±0.44	1.34±0.47[a]	1.38±0.49[a]	1.40±0.52[a]
干预B组	2.93±0.98	2.85±0.97	2.70±0.86	2.63±0.97	2.49±0.91[a]	1.28±0.43	1.33±0.41[a]	1.39±0.39[a]	1.46±0.40[a]	1.53±0.42[ab]
F值	$F_{交互}$=10.946，$F_{组间}$=2.351，$F_{时间}$=100.171					$F_{交互}$=18.499，$F_{组间}$=11.501，$F_{时间}$=44.622				
P值	$P_{交互}$=0.205，$P_{组间}$=0.309，$P_{时间}$<0.001					$P_{交互}$=0.018，$P_{组间}$=0.003，$P_{时间}$<0.001				

注：[a]表示与同期对照组相比$P<0.05$，[b]表示与同期干预A组相比$P<0.05$；TC=总胆固醇，TG=三酰甘油，LDL-C=低密度脂蛋白胆固醇，HDL-C=高密度脂蛋白胆固醇。



对照研究中的结果表明，与自我血糖监测（SMBG）组相比，使用 CGM 组的平均血糖水平、平均血糖漂移幅度和高血糖持续时间显著降低，结果与 CGM 可直接可视化患者的血糖控制和血糖变异情况，分析治疗干预措施的有效性并促进 T2DM 患者的行为模式改变有关。这与本研究所观察到随访结束时仅使用 CGM 组 HbA_{1c} 水平低于对照组的结果相一致，同样健康教练技术联合 CGM 组的血糖控制水平显著优于仅使用 CGM 组。然而，HAAK 等[17]进行的为期 6 个月的随机对照试验表明，使用 CGM 可显著降低低血糖发生率，但最终结果并未显著改善 HbA_{1c} 水平。本研究结果与之相反，但干预 B 组的显著改善与健康教练技术的应用具有直接关系。通过由健康教练主导的糖尿病相关知识的教育，能够使患者清晰认知导致糖尿病恶化和健康状况不佳风险的具体行为，并在健康教练指导下有能力选择避免危险行为[18]。此外，通过将 CGM 与健康教练技术密切结合可充分发挥血糖监测和日常生理指标反馈作用，使得患者获得正向反馈激励从而强化其积极行为，并减少不良的健康决策。

T2DM 患者常伴有脂代谢紊乱等血脂异常情况，导致体内的胰岛 β 细胞受损，进一步加剧胰岛素抵抗。本研究表明，三组患者 HDL-C 和 LDL-C 水平均有显著的改善，并且这些结果具有较高的临床价值，原因在于降低 T2DM 患者的血脂水平与降低微血管、大血管并发症以及死亡的风险有关[19]。调整饮食是控制 T2DM 患者血脂水平不可或缺的部分，通过实施基于健康教练技术的干预模式可有效指导患者食用高纤维、低饱和脂肪酸和胆固醇的食物，同时健康教练也鼓励患者在安全情况下进行体育锻炼来控制体质量[20]。此外，CGM 的动态数据中可以提供不同血糖负荷的食物的摄入量是如何影响葡萄糖反应，将有助于改善营养与身体活动行为[21]，同时本研究结果也证实使用 CGM 监测设备捕获的数据进行个体化的干预比常规使用患者报告数据的干预措施更为有效[22]。因此，将健康教练技术与 CGM 实现技术集成极大改善了 T2DM 患者的血脂控制状况并具有长期效果。

本研究也证实了 CGM 联合健康教练技术的创新模式在改善 T2DM 患者自我管理能力和促进改变自我管理行为方面的长期有效性，且随着干预后时间的延长，自我管理能力得分增加显著。本研究结果与 YOUNG 等[23]开展的健康指导联合移动健康技术改善了 T2DM 患者自我效能和增加体力活动天数的研究结果相一致。CGM 所具备的实时观测血糖数据并提供 AGP 图谱的功能提供了日常活动的客观视图[24]，通过观察身体活动及行为模式后血糖的即时变化及反馈触发行为改变 - 实现目标动机，干预者可根据健康数据反馈回路提供强化行为改变的干预措施，以改善 T2DM 患者的健康结果。此外，健康教练同参与者的关系同样发挥至关重要的作用，通过健康教练对数据的详细解释以及患者出现个人困难时，健康教练对其的支持对产生积极的自我管理结果同样重要[23]。CGM 联合健康教练技术对患者产生的双重激励机制，激发患者制订目标、观察数据和调整规划生活方式所产生的积极效果可能比单一途径更为显著。

本研究局限性在于使用便利抽样方法、未使用盲法、以及次要结局的评分来自于患者的自我报告，这意味着可能存在选择偏差、社会期望偏差和霍桑效应。综上所述，可穿戴设备联合健康教练技术在改善 T2DM 患者糖脂综合控制状况、提高其自我管理能力具有短期及长期效果，为进一步实现 T2DM 患者的全生命周期健康提供依据。

综上所述，健康教练技术联合可穿戴设备在改善 T2DM 患者糖脂综合控制状况、提高其自我管理能力较好，且干预 1 年后仍显著。

作者贡献：高媛负责文献检索、论文构思与设计、统计分析、结果解读与撰写论文初稿；周敏负责论文构思与设计、文章的质量控制及审校、对文章整体负责；秦满粉、许玄负责数据收集与统计分析；杨丽萍、付亚红、黄莹、王薇负责数据收集与整理。

本文无利益冲突。

周敏： https://orcid.org/0000-0003-1336-2097

参考文献

表 4 三组 T2DM 患者在 T0、T1、T2、T3 和 T4 时 2-DSCS 和 SDSCA 评分的比较（$\bar{x} \pm s$，分）

Table 4 Comparison of 2-DSCS and SDSCA scores at T0，T1，T2，T3 and T4 in three groups of T2DM patients

组别	例数	2-DSCS 评分					SDSCA 评分				
		T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4
对照组	100	19.44 ± 1.06	35.47 ± 1.88	41.02 ± 1.56	46.42 ± 1.28	53.59 ± 1.01	52.28 ± 1.90	64.35 ± 1.57	76.26 ± 0.91	86.18 ± 0.85	91.49 ± 0.13
干预 A 组	100	17.55 ± 1.21	35.16 ± 1.70	45.08 ± 0.92[a]	50.27 ± 0.71[a]	57.60 ± 0.97[a]	54.15 ± 0.84	70.37 ± 0.12[a]	78.95 ± 0.69[a]	84.09 ± 0.92	93.22 ± 0.12
干预 B 组	100	20.04 ± 0.41	38.51 ± 1.38	46.84 ± 0.90[a]	55.27 ± 0.51[ab]	61.50 ± 0.45[ab]	51.28 ± 0.13	70.57 ± 0.21[a]	81.80 ± 0.96[ab]	90.70 ± 0.96[ab]	97.04 ± 0.11[ab]
F 值		$F_{交互}$=99.477，$F_{组间}$=22.097，$F_{时间}$=3 604.223					$F_{交互}$=39.552，$F_{组间}$=16.552，$F_{时间}$=1 437.641				
P 值		$P_{交互}$<0.001，$P_{组间}$<0.001，$P_{时间}$<0.001					$P_{交互}$<0.001，$P_{组间}$<0.001，$P_{时间}$<0.001				

注：[a]表示与同期对照组相比 P<0.05，[b]表示与同期干预 A 组相比 P<0.05；2-DSCS=2 型糖尿病自我管理行为，SDSCA=糖尿病患者自我管理行为。

[1] OGURTSOVA K, GUARIGUATA L, BARENGO N C, et al. IDF diabetes Atlas: global estimates of undiagnosed diabetes in adults for 2021 [J]. Diabetes Res Clin Pract, 2022, 183: 109118. DOI: 10.1016/j.diabres.2021.109118.

[2] SCOTT E S, JANUSZEWSKI A S, O'CONNELL R, et al. Long-term glycemic variability and vascular complications in type 2 diabetes: post hoc analysis of the FIELD study [J]. J Clin Endocrinol Metab, 2020, 105(10): dgaa361. DOI: 10.1210/clinem/dgaa361.

[3] KOSIBOROD M, GOMES M B, NICOLUCCI A, et al. Vascular complications in patients with type 2 diabetes: prevalence and associated factors in 38 countries (the DISCOVER study program) [J]. Cardiovasc Diabetol, 2018, 17(1): 150. DOI: 10.1186/s12933-018-0787-8.

[4] KRAKAUER M, BOTERO J F, LAVALLE-GONZÁLEZ F J, et al. A review of flash glucose monitoring in type 2 diabetes [J]. Diabetol Metab Syndr, 2021, 13(1): 42. DOI: 10.1186/s13098-021-00654-3.

[5] YARON M, ROITMAN E, AHARON-HANANEL G, et al. Effect of flash glucose monitoring technology on glycemic control and treatment satisfaction in patients with type 2 diabetes [J]. Diabetes Care, 2019, 42(7): 1178-1184. DOI: 10.2337/dc18-0166.

[6] HAYES E, KALMAKIS K A. From the sidelines: coaching as a nurse practitioner strategy for improving health outcomes [J]. J Am Acad Nurse Pract, 2007, 19(11): 555-562. DOI: 10.1111/j.1745-7599.2007.00264.x.

[7] WOLEVER R Q, SIMMONS L A, SFORZO G A, et al. A systematic review of the literature on health and wellness coaching: defining a key behavioral intervention in healthcare [J]. Glob Adv Health Med, 2013, 2(4): 38-57. DOI: 10.7453/gahmj.2013.042.

[8] 张鲁敏，任皎皎，范蓓蓉，等．健康教练技术对COPD患者自我管理能力及肺功能的影响[J]．护理学报，2023，30(6)：72-78. DOI：10.16460/j.issn1008-9969.2023.06.072.

[9] CHEW H S J, RAJASEGARAN N N, CHIN Y H, et al. Effectiveness of combined health coaching and self-monitoring apps on weight-related outcomes in people with overweight and obesity: systematic review and meta-analysis [J]. J Med Internet Res, 2023, 25: e42432. DOI: 10.2196/42432.

[10] EISELE M, POHL A J, MCDONOUGH M H, et al. The online delivery of exercise oncology classes supported with health coaching: a parallel pilot randomized controlled trial [J]. Pilot Feasibility Stud, 2023, 9(1): 82. DOI: 10.1186/s40814-023-01316-z.

[11] LEBEAU K, VARMA D S, KREIDER C M, et al. Whole Health coaching to rural Veterans through telehealth: advantages, gaps, and opportunities [J]. Front Public Health, 2023, 11: 1057586. DOI: 10.3389/fpubh.2023.1057586.

[12] 王璟璇，王瑞霞，林秋菊．门诊诊断初期非胰岛素依赖型糖尿病患者的自我照顾行为及其相关因素之探讨[J]．护理杂志，1998，45(2)：60-74.

[13] TOOBERT D J, HAMPSON S E, GLASGOW R E. The summary of diabetes self-care activities measure: results from 7 studies and a revised scale [J]. Diabetes Care, 2000, 23(7): 943-950. DOI: 10.2337/diacare.23.7.943.

[14] 万巧琴，尚少梅，来小彬，等．2型糖尿病患者自我管理行为量表的信、效度研究[J]．中国实用护理杂志，2008，24(7)：26-27. DOI：10.3760/cma.j.issn.1672-7088.2008.07.009.

[15] ANG I Y H, TAN K X Q, TAN C, et al. A personalized mobile health program for type 2 diabetes during the COVID-19 pandemic: single-group pre-post study [J]. JMIR Diabetes, 2021, 6(3): e25820. DOI: 10.2196/25820.

[16] WADA E, ONOUE T, KOBAYASHI T, et al. Flash glucose monitoring helps achieve better glycemic control than conventional self-monitoring of blood glucose in non-insulin-treated type 2 diabetes: a randomized controlled trial [J]. BMJ Open Diabetes Res Care, 2020, 8(1): e001115. DOI: 10.1136/bmjdrc-2019-001115.

[17] HAAK T, HANAIRE H, AJJAN R, et al. Flash glucose-sensing technology as a replacement for blood glucose monitoring for the management of insulin-treated type 2 diabetes: a multicenter, open-label randomized controlled trial [J]. Diabetes Ther, 2017, 8(1): 55-73. DOI: 10.1007/s13300-016-0223-6.

[18] GERSHKOWITZ B D, HILLERT C J, CROTTY B H. Digital coaching strategies to facilitate behavioral change in type 2 diabetes: a systematic review [J]. J Clin Endocrinol Metab, 2021, 106(4): e1513-1520. DOI: 10.1210/clinem/dgaa850.

[19] 中华医学会糖尿病学分会．中国2型糖尿病防治指南(2020年版)[M/OL]．[2023-02-02]．https://diab.cma.org.cn/cn/zhinangongshi.aspx.

[20] MBUE N D, MBUE J E, ANDERSON J A. Management of lipids in patients with diabetes [J]. Nurs Clin North Am, 2017, 52(4): 605-619. DOI: 10.1016/j.cnur.2017.07.009.

[21] HOLZER R, BLOCH W, BRINKMANN C. Continuous glucose monitoring in healthy adults-possible applications in health care, wellness, and sports [J]. Sensors, 2022, 22(5): 2030. DOI: 10.3390/s22052030.

[22] TONG H L, QUIROZ J C, KOCABALLI A B, et al. Personalized mobile technologies for lifestyle behavior change: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression [J]. Prev Med, 2021, 148: 106532. DOI: 10.1016/j.ypmed.2021.106532.

[23] YOUNG H M, MIYAMOTO S, DHARMAR M, et al. Nurse coaching and mobile health compared with usual care to improve diabetes self-efficacy for persons with type 2 diabetes: randomized controlled trial [J]. JMIR Mhealth Uhealth, 2020, 8(3): e16665. DOI: 10.2196/16665.

[24] IDA S, KANEKO R, IMATAKA K, et al. Effects of flash glucose monitoring on dietary variety, physical activity, and self-care behaviors in patients with diabetes [J]. J Diabetes Res, 2020, 2020: 9463648. DOI: 10.1155/2020/9463648.

（收稿日期：2023-10-01；修回日期：2023-11-22）

（本文编辑：毛亚敏）